

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 3808433 C1

⑤ Int. Cl. 4:
H02M 3/28
H 02 M 1/14

⑳ Aktenzeichen: P 38 08 433.3-32
㉑ Anmeldetag: 14. 3. 89
㉒ Offenlegungstag: —
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 3. 5. 89

DE 3808433 C1

BEST AVAILABLE COPY

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:

ANT Nachrichtentechnik GmbH, 7150 Backnang, DE

⑭ Erfinder:

Lechler, Siegfried, Ing.(grad.), 7154 Althütte, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 29 01 761 A1
R.HAYNER et al., The vanable Converter, In: IEEE
Transactions on industrial electronics and control
instrumentation, Vol.IECI-24, Nr.4, Nov.1977,
S.286-297;
R.HAYNER..., The venerable Converter, A new
approach to power processing, In: IEEE Trans-
actions, Vol.IECI-24, Nr.4, Nov.1977, S.286-297;

⑯ Regelbarer Gegentaktgleichspannungswandler und Verfahren zu seiner Steuerung

Bei bekannten Gegentaktgleichspannungswandlern mit geringem Bauelementeaufwand ist die Ausgangsspannung, abgesehen vom Übersetzungsverhältnis des Transformators, maximal gleich der Eingangsspannung. Die neue Anordnung soll ermöglichen, daß die Ausgangsspannung bei vergleichbarem Bauelementeaufwand größer als die Eingangsspannung ist. Außerdem soll ein Verfahren zur Ansteuerung des neuen Wandlers angegeben werden.

Der Gegentaktgleichspannungswandler weist einen induktiven Eingang und vier Halbleiterschalter in Brückenschaltung auf, in deren einen Diagonalen der Transformator und in der anderen die Eingangsspannungsquelle liegt. Die Speicherdrossel besteht aus zwei magnetisch gekoppelten Drosseln, von denen eine über einen weiteren Halbleiterschalter mit der Mittenanzapfung am Transformator verbunden ist. Wichtig ist, daß während jeder Phase ein über die Eingangsspannungsquelle und über eine Speicherinduktivität führender Stromkreis geschlossen ist. Der Gegentaktgleichspannungswandler ist für den Betrieb an hohen Versorgungsspannungen geeignet.

DE 3808433 C1

ZEICHNUNGEN BLATT 1

Nummer: 38 08 433
 Int. Cl.⁴: H 02 M 3/28
 Veröffentlichungstag: 3. Mai 1989

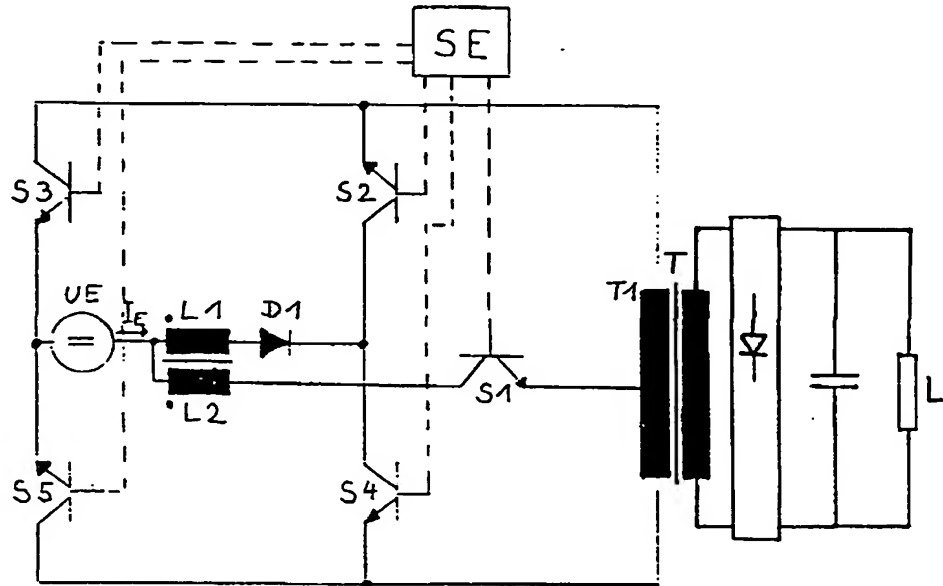


Fig. 1

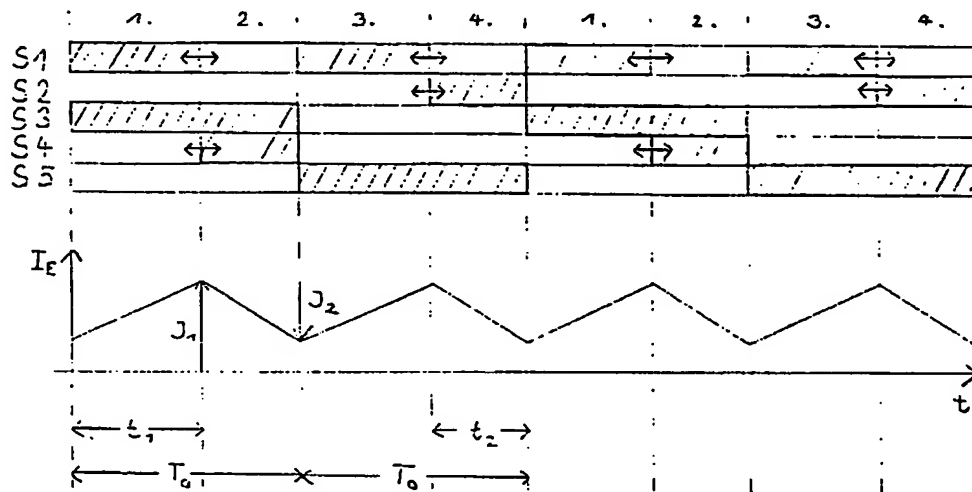


Fig. 2

PS 38 08 433

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gegentaktgleichspannungswandler nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zur Ansteuerung des Wandlers.

Für regelbare Gegentaktgleichspannungswandler zum Betrieb an hohen Versorgungsspannungen werden wegen der geringen Spannungsbelastung der Halbleiterschalter Brückenschaltungen eingesetzt. Zur Erzielung eines niedrigen Eingangsbrummens ist ein induktiver Eingang vorgesehen. Man erwartet außerdem von einem Wandler, daß er einen kontinuierlichen Ausgangsstrom zur Verringerung der Siebmittel aufweist.

Ein Gegentaktgleichspannungswandler gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 ist aus der DE-OS 29 01 761 bekannt. Dieser Wandler weist eine Speicherinduktivität aus zwei magnetisch verkoppelten Speicherdrosseln auf. Es findet ein Ladevorgang der Speicherdrosseln statt, wenn einer der Schalter der Brückenschaltung geschlossen ist und ein Eingangsstrom von der Eingangsspannungsquelle über eine Speicherdrossel zur Mittenanzapfung der Primärwicklung des Transformators und dann wieder zur Eingangsspannungsquelle fließt. Anschließend findet ein Entladevorgang der Speicherdrosseln statt. Dabei ist wieder ein Schalter der Brückenschaltung geschlossen und ein Entladestrom fließt von der zweiten Speicherdrossel zur Mittenanzapfung der Primärwicklung und dann zurück zur Speicherdrossel. Ein weiterer Ladevorgang schließt sich an. Während des Entladevorgangs liegt die Eingangsspannung nicht am Transformator an. Die Ausgangsspannung ist bei diesem Wandler abgesehen vom Übersetzungsverhältnis des Transformators maximal gleich der Eingangsspannung.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde einen Gegentaktgleichspannungswandler in Brückenschaltung anzugeben, dessen Ausgangsspannung abgesehen vom Übersetzungsverhältnis des Transformators, bei vergleichbarem Bauelementaufwand größer als die Eingangsspannung ist. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Steuerung eines solchen Gegentaktgleichspannungswandlers anzugeben.

Diese Aufgabe wird bezüglich des Gegentaktgleichspannungswandlers durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und bezüglich des Verfahrens durch die Merkmale des Patentanspruchs 2 gelöst.

Der Gegentaktwandler als Boostregler ist bereits aus dem Aufsatz "The Venable converter" von R. Hayner et al in PESC 1976, RECORD (IEEE) bekannt, infolge des Gegentaktbetriebes ist die Spannungsbelastung der Schalter sehr hoch, die Störanfälligkeit ist groß und die Regelung ist verglichen mit dem erfindungsgemäßen Gegentaktgleichspannungswandler aufwendig. Außerdem ist der Bauelementaufwand für diesen Wandler sehr hoch.

Der erfindungsgemäße Gegentaktgleichspannungswandler weist einen induktiven Eingang auf. Der Ausgangsstrom ist kontinuierlich und weist keine Sprünge auf. Der Aufwand an Siebmitteln auf der Sekundärseite ist daher gering. Der Wandler ist für höhere Eingangsspannungen geeignet, als der Wandler nach dem Stand der Technik, da beim erfindungsgemäßen Wandler immer zwei Halbleiterschalter nicht leitend sind, während die Spannung beim Wandler nach dem Stand der Technik über einen offenen Schalter abfällt. Die Spannungsbelastung der Halbleiterschalter ist also gering. Außer-

2

dem entsteht keine Sperrspannungsbelastung, da keine Sperrphase nötig ist. Die Eingangsspannung liegt immer am Transformator an. Während der Entladung der Speicherinduktivitäten liegen diese in Serie zur Eingangsspannungsquelle. Die Verlustleistung des Wandlers ist deshalb gering.

Anhand der Zeichnungen wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung erläutert: Dabei zeigt

Fig. 1 ein Prinzipschaltbild des erfindungsgemäßen Gegentaktgleichspannungswandlers nach Anspruch 1.

Fig. 2 das Steuerschema der Halbleiterschalter und ein Stromzeitdiagramm des Gegentaktgleichspannungswandlers.

Fig. 1 zeigt ein Prinzipschaltbild eines erfindungsgemäßen Gegentaktgleichspannungswandlers. Die Halbleiterschalter S_2, S_3, S_4, S_5 sind in Brücken geschaltet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden npn-Transistoren eingesetzt. In der Diagonalen, die die Verbindungspunkte der Halbleiterschalter S_3 und S_5 bzw. S_2 und S_4 miteinander verknüpft, befindet sich eine Eingangsspannungsquelle UE und in Serie dazu eine Speicherdrossel L_1 und eine Diode D_1 . In der anderen Diagonalen der Brückenschaltung befindet sich eine Primärwicklung T_1 eines Transformators T . Die Primärwicklung T_1 weist eine Mittenanzapfung auf. Diese ist über einen weiteren Halbleiterschalter S_1 mit einer zweiten Speicherdrossel L_2 verbunden, die mit der Eingangsspannungsquelle UE verbunden ist. Die Speicherdrossel L_2 ist mit der Speicherdrossel L_1 magnetisch verkoppelt und weist den gleichen Wicklungssinn auf. Die Diode D_1 ist so gepolt, daß ein Strom über die Primärwicklung T_1 fließt, wenn entweder die Halbleiterschalter S_2 und S_5 oder S_3 und S_4 geschlossen sind. Die Halbleiterschalter S_3, S_5 werden von einer Steuereinheit SE mit einem festen Takt gesteuert. Die Schalter S_1, S_2 und S_4 werden von der Steuereinheit SE beispielsweise in Abhängigkeit von der Eingangsspannung U_E , der Ausgangsspannung U_A und/oder dem Eingangsstrom I_E pulsweitensteuert. Die Sekundärspule des Transformators T ist Teil eines Lastkreises mit der Last L , der auch Mittel zur Gleichrichtung und zum Glätten der Ausgangsspannung U_A aufweist.

Ein Steuerschema der Halbleiterschalter S_1 bis S_5 nach dem erfindungsgemäßen Verfahren ist in Fig. 2 dargestellt. Die schraffierten Felder zeigen, welche Schalter in welchem Zeitintervall leiten. Man kann das Steuerschema in 4 Phasen unterteilen. Während Phase 1 sind die Schalter S_1 und S_3 geschlossen. Der Eingangsstrom I_E fließt von der Eingangsspannungsquelle UE über die Speicherdrossel L_2 und den Halbleiterschalter S_1 zur Mittenanzapfung der Primärspule T_1 des Transformators T und über Schalter S_3 zur Eingangsspannungsquelle UE . Es wird Energie auf die Sekundärseite des Transformators T übertragen und gleichzeitig im magnetischen Feld der Speicherdrossel L_1, L_2 gespeichert. Der Schalterzustand bleibt für den Zeitabschnitt t_1 erhalten. Dann wird Schalter S_1 geöffnet und Schalter S_4 geschlossen. Der Eingangsstrom I_E fließt nun über die Speicherdrossel L_1 und die Brückenschaltung durch die Primärspule T_1 . Die Stromrichtung durch die Primärspule T_1 ist dann, während Phase 2, gleich der Stromrichtung während Phase 1. Die Speicherdrossel L_1 wird während Phase 2 in Reihe mit der Eingangsspannung U_E über den Transformator T an den Lastkreis L entladen. Die Dauer der Phase 2 beträgt t_2 . Die Schalter S_3 und S_4 werden geöffnet. Phase 3 beginnt mit dem Schließen der Schalter S_1 und S_5 . Sie entspricht Phase 1, wenn man davon absieht, daß der Ein-

PS 38 08 433

3

gangsstrom I_E über die Schalter $S1$ und $S5$ fließt und daß die Stromrichtung in der Primärspule umgekehrt ist und der Strom durch den einen Teil der Primärspule fließt, während er während Phase 1 durch den anderen Teil der Primärspule fließt. Die Stromrichtung im Transformator T wird beim Übergang von Phase 2 in Phase 3 umgekehrt. Phase 4 entspricht Phase 2 mit entgegengesetzter Stromrichtung durch die Primärwicklung $T1$ des Transformators T und mit den geschlossenen Halbleiterschaltern $S2$ und $S5$. Während jeder Phase wird ein über die Eingangsspannungsquelle UE und über eine Speicherdrossel $L1$ oder $L2$ führender Stromkreis geschlossen. Während den vier Phasen des Gegentaktgleichspannungswandlers wird die Speicherdrossel jeweils zweimal geladen und in Serie zur Eingangsspannung U_e über den Transformator T an die Last L entladen.

Die Dauer der Phase 1, t_1 entspricht der der Phase 3 und die Dauer der Phase 2, t_2 , entspricht der der Phase 4. Betrachtet man den zeitlichen Verlauf des Eingangstroms I_L zwischen dem gemeinsamen Verbindungspunkt der Speicherdrossel und der Eingangsspannungsquelle UE , so hängt dieser wesentlich von der Periodendauer $T_o = t_1 + t_2$, von der Zeitspanne t_1 und von den Induktivitäten der Speicherdrosseln $L1$, $L2$ ab. Ist die Induktivität der ersten Speicherdrossel $L1$ gleich L_S und die der zweiten Speicherdrossel $L2$ gleich L_S/n , \bar{u} das Übersetzungsverhältnis des Transformators T , y das Übersetzungsverhältnis für ein Teil der Primärwicklung $T1$ des Transformators T und U_a die Ausgangsspannung, so ergibt sich für den Strom I_L die in Fig. 2 dargestellte Kurve, wobei

$$I_1 = \frac{U_e - U_a}{L_S} t_1 y \quad 35$$

und

$$I_2 = \frac{U_a - U_e}{L_S} t_2 \quad 40$$

Da man erreichen will, daß die Ausgangsspannung U_a möglichst konstant ist, ist es sinnvoll den Faktor $y = \frac{1}{n}$ zu wählen und die Primärwicklung $T1$ des Transformators symmetrisch zu teilen. Es ergibt sich also $n=2$ und $y=0,5$.

Die Ausgangsspannung wird

$$\frac{U_a \cdot \bar{u}}{U_e} = \frac{t_1}{T_o} + 1 \quad 50$$

wobei T_o die Periodendauer des Eingangstroms I_L ist.

Patentansprüche

1. Regelbarer Gegentaktgleichspannungswandler mit den folgenden Merkmalen

- Der Gegentaktgleichspannungswandler weist vier Halbleiterschalter ($S2$, $S3$, $S4$, $S5$) in Brückenschaltung auf.
- Die eine Diagonale der Brückenschaltung enthält die Primärwicklung ($T1$) eines Transformators (T).
- An eine Sekundärwicklung des Transfor-

4

mators (T) ist ein Lastkreis (L) angeschlossen.

d) Eine Eingangsspannungsquelle (UE) liegt in der zweiten Diagonalen der Brückenschaltung.

e) Zwischen der Eingangsspannungsquelle (UE) und einem Paar der Halbleiterschalter ($S2$, $S4$) liegt eine Speicherdrossel ($L1$).

f) In Serie zur Speicherdrossel ($L1$) ist eine Diode ($D1$) derart geschaltet, daß ein Strom durch die Primärwicklung ($T1$) des Transformators (T) fließt, wenn einer der Halbleiterschalter ($S5$, $S3$), der die Eingangsspannungsquelle (UE) direkt mit der einen Seite der Primärspule ($T1$) verbindet und der Halbleiterschalter ($S2$, $S4$), der die Speicherdrossel ($L1$) mit der anderen Seite der Primärspule ($T1$) verbindet, leitend sind.

g) Die Speicherdrossel ($L1$) ist mit einer gleichsinnig gewickelten zweiten Speicherdrossel ($L2$) magnetisch gekoppelt.

h) Die Primärwicklung ($T1$) des Transformators (T) weist eine Mittenanzapfung auf.

i) Die Eingangsspannungsquelle (UE) ist über die zweite Speicherdrossel ($L2$) und einen weiteren Halbleiterschalter ($S1$) mit der Mittenanzapfung der Primärwicklung ($T1$) des Transformators (T) verbunden.

Die Merkmale a), b), c), d), e), g), h) bilden den Oberbegriff, die Merkmale f) und i) das Kennzeichen.

2. Verfahren zur Steuerung eines Gegentaktgleichspannungswandlers nach Anspruch 1.

a) Einer der Halbleiterschalter ($S5$) der Brückenschaltung, der die Eingangsspannungsquelle (UE) direkt mit der einen Seite der Primärspule ($T1$) des Transformators (T) verbindet, und der Halbleiterschalter ($S1$), der mit der Mittenanzapfung der Primärspule ($T1$) verbunden ist, werden geschlossen.

b) Es fließt ein Strom durch die zweite Speicherdrossel ($L2$) und durch einen Teil der Primärspule ($T1$), nämlich von der Mittenanzapfung zu der Seite, die mit dem geschlossenen Halbleiterschalter ($S5$) der Brückenschaltung verbunden ist.

c) Der Halbleiterschalter ($S1$), der mit der Mittenanzapfung der Primärspule ($T1$) verbunden ist, wird geöffnet und der Halbleiterschalter ($S2$), der die erste Speicherdrossel ($L1$) mit der zweiten Seite der Primärspule ($T1$) verbindet, wird geschlossen.

d) Es fließt ein Strom durch die erste Speicherdrossel ($L1$) und durch die Primärspule ($T1$).

e) Der Vorgang wird nun mit den anderen Halbleiterschaltern ($S3$, $S4$) der Brückenschaltung wiederholt, der Strom fließt in entgegengesetzter Richtung durch die Primärspule ($T1$) des Transformators (T).

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen